



(12) **PATENT**

(19) NO

(11) **325391**

(13) **B1**

NORGE

(51) Int Cl.

G05D 13/02 (2006.01)

B60T 7/12 (2006.01)

B64C 25/42 (2006.01)

Patentstyret

(21)	Søknadsnr	20064020	(86)	Int.inng.dag og søknadsnr
(22)	Inng.dag	2006.09.06	(85)	Videreføringsdag
(24)	Løpedag	2006.09.06	(30)	Prioritet
(41)	Alm.tilgj	2008.03.07		
(45)	Meddelt	2008.04.21		
(73)	Innehaver	Oddvard Johnsen, Auvi Terrasse 6C, 3400 LIER		
(72)	Oppfinner	Oddvard Johnsen, Auvi Terrasse 6C, 3400 LIER		
(74)	Fullmektig			

(54)	Benevnelse	Bremseeffektmåler
(56)	Anførte publikasjoner	US 6890041 B2, US 2006/0243857 A1
(57)	Sammendrag	

Et system for å identifisere optimal bremseeffekt på et rullebane legeme under oppbremsing av et fly eller annen farkost. Systemet tar utgangspunkt i flyet eller farkostens egne opplevde "g" kraft påvirkninger, hvor man derved oppnår resultater som er direkte relatert til det stadige varierende hastighetsmønster et fly eller en annen farkost vil befinne seg i under oppbremsing, som for eksempel ved landing.

BESKRIVELSE

Oppfinnelsen har sitt primære anvendelsesområde for å identifisere korrekt status av friksjonskoeffisient på et banelegeme under oppbremsing med fly eller annen farkost.

I det stadige varierende hastighetsmønster et fly / farkost vil befinne seg i under stoppmanøver inntil stillstand vil friksjonsforholdet variere med hastigheten. Formålet med oppfinnelsen er å identifisere en så korrekt bremseeffekt som mulig for dermed best mulig å kunne beregne stopplengde innenfor et gitt distansekrteria.

Oppfinnelsen har sitt primære anvendelsesområde ovenfor fly, men kan også inkludere andre farkosters interessefelt, som for eksempel tog og tungtransport.

Innen flyoperasjon er stor nøyaktighetsgrad meget viktig for å kunne identifisere aktuelle tilstander lik føreforhold og tilsvarende skjærkrefter som må til mellom bremsende hjul og underlag, dette med for eksempel utgangspunkt i høy hastighet ved øyeblikk for landing, for deretter å fullføre et sikkert stopp forløp på en dertil definert rullebane lengde.

Oppfinnelsen går ut på lik beskrevet i norsk referansepatent nr. 320851, å benytte treghet navigasjons instrumentering lik IRS eventuelt GPS til sammen med akselerasjonsreferanser og bremsetrykk referanser som allerede forefinnes lesbare i moderne fly. Disse primærreferanser danner således hovedgrunnlaget via en definert analyseprosedyre for å uttrykke et sanntids bilde av tilnærmet korrekt bremseeffekt. I overordnet betydning, der hvor sanntids definert bremsetrykk stemmer overens med beste negative akselerasjon vil dette være i henhold til Newtons andre lov, akselerasjonslov formel lik;

$$F = M \times A.$$

Eventuell ettermontering i eldre fly som ikke har de instrumentelle fasiliteter lik nye moderne fly, eventuelt andre farkoster, vil fordre et eget instrument som kan monteres inn, og må være inkludert eksternt utviklet akselerasjons og hastighetsreferanse og beregningsfunksjon system lik tilsvarende navigasjons og akselerasjon relaterte referanser som finnes i moderne fly. Således måtte et slikt instrument også ha en

tilkoblet modus for å identifisere F - bremsetrykk kraft slik at dette vil være i henhold til akselerasjonslov formel lik; $F = M \times A$.

Direkte fly relatert friksjonskoeffisient skala betegnes "Airplane Friction Coefficient Mu" - AFCM (benyttet heretter) og er basert på utregning av akselerasjon / G kraft påvirkning som oppstår ved den negative akselerasjon utfoldelse oppbremsing gir.

Oppfinnelsen bygger ellers på kunnskap om fly / farkosters adferd og tilsvarende prinsipper for friksjonsanalyse av underlag som er benyttet og bekrevet i søkerens tidligere norske patenter nr. 163.946 og 165.856 angående friksjonsmåling og bremsing. Videre er norsk patent nr. 320851, samt tilsvarende internasjonal patent søknad nr. PCT/NO2005/000116, EPO 05738235.0 - 2423, som handler om å styre en optimalt virkende brems på alle føreforhold ved hjelp av å registrere negativ akselerasjon og G krefters påvirkning - de samme navigasjons og akselerasjon relaterte referanser. Disse patenter inntas herved som referanse.

Å kombinere norsk patent nr. 320851 som således gjelder for styring av brems, utvidet til varslingsjeneste om friksjonsforhold til en felles sak, vil naturligvis være klart fysisk mulig.

Registrerte AFCM beregninger i sann tid hvilket vil bli beskrevet, vil fortløpende trekkes ut fra vertsfly / farkost sine virkelige G påvirkende krefter i 3 plan,

- vei parallelle langsgående krefter
- sideveis krefter.
- vertikale krefter

De to førstnevnte vil i så måte inkludere en pythagoransk beregningsfunksjon som leser av resultant av disse i betydning av å være kateter. Samtidig vil det 3dje plan, vertikale krefter kunne danne grunnlaget for beregning av fallende, eventuelt stigende terreng, betegnet som "slope" innen internasjonalt flyspråk, og som er å lese ut fra alle flyplasskart.

Kjernen i patentkravene legger spesielt vekt på å kunne skille mellom reelle AFCM G bremseenergikrefter som direkte påvirker skjærkraft på bremsende hjul, ut fra andre G påvirkende kraftkilder likesom spesielt gjeldende fly hvor luftmotstand i større

bakkehastighet og reversering av energistråle ut fra jetmotorer påvirker og hjelper et bremseforløp i høy grad.

Således vil slik G kraft omregning til AFCM friksjonskoeffisient kunne danne et bedre grunnlag enn tidligere benyttede systemer for beregning av aktuelle tallverdier for fly både ved landing og avgang / akselerasjons og stopp distanse krav kalkulasjoner. Beregningsfunksjonens algoritme vil ha en grunnutforming basert på akselerasjonsloven lik;

$$F = M \times A,$$

hvor

F: tilsvarer Kraft

M: tilsvarer Masse

A: tilsvarer Akselerasjon

Illustrasjon av en styringssløyfe

Figur 1 viser en potensiell styringssløyfelogikk som beregner optimal bremseeffekt og som kan benyttes i et fly ved programmering i flyets Flight Management Computer System. Metoden vil da i sann tid hente alle data via flyets Digital Flight Data Management Unit (DFDMU), som samler "g" og hastighets informasjon fra flyets Inertia Reference System og bremsetrykk informasjon fra flyets bremsesystem

Hvor:

V: hastighet

MAX: Maksimum hastighetsterskel

MIN: Minimum hastighetsterskel

g: g kraft (longitudinal eller netto ved vektorbergning av a kombinere longitudinal og lateral g).

Δg_t : Forandringen i g kraft i løpet av siste tidsintervall

ΔP_t : Forandringen i bremsetrykk i løpet av siste tidsintervall.

g_{t-1} : Den registrerte g kraft i "forrige" tidsvindu

Litt avhengig av teknologi og krav til nøyaktighet vil man kunne kjøre en slik sløyfe fra 4 – 50 ganger per sekund.

Boks 1.

IF $V > 0$

Her vil man definere om kjøretøyet har en hastighet. Hvis ikke (NO) vil man gå til boks 2. Hvis det derimot er bevegelse (YES) vil man gå videre til boks 3

Boks 2.

Programmet vil avsluttes

Boks 3.

IF $MAX < V < MIN$

Hvis kjøretøyet har en hastighet vil man så definere hvorvidt hastigheten befinner seg innenfor definerte øvre og nedre hastighetssterskelverdier. Hvis ikke (NO) vil man gå tilbake til boks 1 for en ny test. Hvis hastighetsintervall er gyldig (YES) vil man gå videre til boks 4.

Boks 4.

IF $\Delta g_t < 0$ AND IF $\Delta P_t > 0$

Her vil man teste to forhold som skal oppfylles samtidig. Retardasjonen som i prinsippet er en negativ enhet vil testes på den absolutte variansen over tid. En økt retardasjon vil derved uttrykkes som en positiv enhet. Når retardasjonen reduseres vil dette fremkomme som en negativ enhetsforandring over tid.

Samtidig vil det påførte bremsetrykket registreres over tid hvor trykkvariansen over tid vil fremstå som en positiv enhet ved økt bremsetrykk, og negativt ved reduksjon av bremsetrykket.

Nå forholdet hvor retardaşjonsvariansen går fra positiv til negativ og bremsetrykkvariansen samtidig er positiv, har man passert toppunktet for maksimal bremseeffekt.

Hvis disse forhold ikke er tilstede (NO) vil man gå til boks 1. Hvis disse er tilstede (YES) vil man gå til boks 5.

Boks 5.

DISPLAY g_{t-1}

I det man har passert toppunktet for "g" og " Δg " som definert i boks 4, har man passert toppunktet for maksimal bremseeffekt. Den maksimale bremseeffekten beregnes derfor å være forrige retardaşjonspunkt. Man vil da vise denne verdien på dette punktet som maksimal bremseeffekt.

Man kan videre gå til boks 1 igjen for å teste for nye toppunkter.

En modifikasjon av styringssløvfen.

Styringssløvfen er basert på kun et longitudinal "g" parameter. I en reel situasjon for et kjøretøy vil man også være påvirket av laterale krefter. Fremfor da å benytte kun longitudinal "g" benytter man resultanten av longitudinal og lateral "g" som kan beregnes ved pythagoras, hvor resultanten representerer hypotenusen. " g_n " blir derfor utregningen $(g_{long}^2 + g_{lat}^2)^{1/2}$

Eksisterende regelverk

Internasjonalt regelverk for kommersiell luftfart pålegger flyoperatører å utarbeide analyse både for avgangs og landingsvekter, dette tatt i beregning stoppdistanse. Reglen gjelder både for tørre og kontaminerte rullebaner.

Slike tallverdier baseres på publisert grunnlag fra flyfabrikanten. Direkte tørrbane tall er en informasjonsplikt som er juridisk bindene for flyfabrikanten, mens for kontaminerte baneforhold oppgis slike tallverdier kun som rådgivende og er således ikke juridisk bindene.

Rådgivende tallverdier har ellers kommet til mye senere i et tidsperspektiv lik tilleggskrav fra luftfartsmyndigheter, innledningsvis ment spesielt for flyoperatører som hadde sitt virkeområde i vinterkalde klimasoner.

Det er lagt inn en 15 % feilmargin til disse sistnevnte rådgivende tallverdier.

Beklageligvis blander forskjellige lands luftfartsmyndigheter friksjonsbegreper i form av forskjellige måter å utføre friksjonsmåling på under glatte forhold, og i hovedsak dreier dette seg om 3 metoder:

- "Airplane Friction Coefficient Mu" - AFCM metode
- "ICAO Mu Friction Coefficient" metode
- "Canadian Runway Friction Index" - CRFI metode, et bakke bassert utstyr som benytter negativ akselerasjon metode, men som oppgir ICAO Mu indeks referanse.

Konklusjoner fra relaterte utforkjøring havarirapporter tyder desverre på at både valg av skala fører til feilberegninger, og at også feil bruk av $F = M \times A - G$ kraft - AFCM skala utregning har ført til internasjonal forvirring og at således beregningsmarginer har blitt direkte overskredet.

I denne patentbeskrivelse oppfatter man kun AFCM skala metode som den riktige, og beskriver hvordan den kan identifiseres korrekt.

I landingsforløp med større fly møtes bakken i fartsområde fra ca. 250 / 200 km/t. Umiddelbart engasjeres luft bremseklaffer for å dra mest mulig nytte av luftmotstand i høy bakkehastighet. I tillegg blir jetmotorenes energistråle vridd fremover i en tilnærmet vinkel mot fartsretning - "reversering av motorkraft".

Denne motorkraft reversering til sammen med luftmotstand fra utslåtte bremseklaffer utgjør et betydelig negativt G verdi pluss fra og med landingsøyeblikket tilsvarende vel 50 % av total negativ akselerasjon. Denne "bremsehjelp" effekt i tillegg til direkte oppbremsing minsker imidlertid fort og når helt ned til omtrent null ved det punkt på bakke hastighetsskalaen hvor roreffekt og løft fra vinger opphører, kalt - "Velocity Minimum Dynamic Control" speed - VMDC. (Minste ror styringshastighet).

Fra landingspunktet frem til VMDC betegnes dette som 1ste landingssegment. Det er verd å merke seg at vertikal G kraft - F_n samtidig varierer med opp til ca. 30 % i dette første landingssegment. Grunnen til det er at det fortsatt eksisterer løfteevne fra vinger, selv om flyet befinner seg på bakken.

Friksjon beskrives i følge naturlov lik;

$$\mu = F_h / F_n \text{ (Friksjon = horisontal kraft / vertikal kraft).}$$

Dette bekrefter således at det vil fordres en kontinuerlig omregning av μ verdier innen et landingsforløp - F_n forandringer. Likesom dette fremgår det av akselerasjonsloven $F = M \times A$ at korrekt AFCM verdi beregning således vil bli svært komplisert å innhentes i dette 1ste landingssegment. Her ligger nok mye av forklaringen til manglende forståelse som havarikommisjoner påpeker, men ikke har gitt god nok forklaring på. Direkte utforkjøringer på bakken med fly har ført til tap av mange menneskeliv.

I det 2de landingssegment derimot, hastighet lavere enn VMDC, der flyet har gjennomført en komplett overgang til å bli landbåren farkost, er slike utenfor forstyrrende G kraft påvirkninger mere eller mindre nøytralisert.

Eksempel på eksisterende metodikk for beregning av bremseeffekt

Bruk av direkte akselerasjonskrefter for friksjonsmåling av glatthet er ellers tidligere kjent, lik farkoster som foretar oppbremsing til full stopp, eventuelt måler stoppdistanse og eller registrer fysisk G kraft ved pendelutslag, gjerne ved elektronisk registrering. (Ref. oversikt, CRFI indeks side 6 i denne beskrivelsen).

Å benytte direkte referanser lik innen formelen $F = M \times A$ i sanntid tatt rett ut fra en objektiv vertsfarkost, evt., videreutviklet instrument fra fly database for å skille ut reelle påførte bremseenergi G krefter fra andre G kilder er imidlertid hittil ikke kjent.

Det faller naturlig ut av oppfinnelsens praktiske virkemåte at aktuelle AFCM verdier publiseres umiddelbart, eventuelt trådløst, via datalink eller lignende for overføringer til interessenter. Sanntids fly relaterte AFCM verdier vil således være det beste holdepunkt for beregninger av korrekt stoppdistanse og vektberegning for neste nær

forestående landinger og flyavganger, og stadig ny oppdatering kan skje ved stadige nye landinger.

Oppfinnelsens forankring oppnås ved system og metode som angitt i søknadens selvstendige krav.

PATENTKRAV

1. En metode for å beregne optimal bremseeffekt for et hjul tilhørende en farkost i bevegelse som bremses ned, bestående av en registrator for longitudinal akselerasjon; en registrator av bremsetrykk; en beregningsfunksjon som kontinuerlig sammenligner forandringen i akselerasjon og bremsetrykk over tid; og en avlesningsfunksjon karakterisert ved:
 - (a) trykk til hjulbrems initieres og økes;
 - (b) bremsetrykket sammenlignes fra et tidsvindu til neste;
 - (c) longitudinal akselerasjon sammenlignes i samme tidsvindu til neste;
 - (d) når variansen til longitudinal akselerasjonen blir negativ og variansen til bremsetrykkets samtidig øker i det samme tidsvindu til neste;
 - (e) avleses den oppnådde longitudinal akselerasjon i det forrige tidsvindu: deretter
 - (f) vises resultatet i en avlesningsfunksjon.
2. En metode som beskrevet i krav 1, karakterisert ved at akselerasjonen som benyttes beregnes som en vektor lik hypotenusen i en rettvinklet trekant hvor longitudinal og lateral akselerasjon henholdsvis er kateter.
3. En metode som beskrevet i krav 1 karakterisert ved at farkost er et fly.

FIGUR1. Flow Chart

